

---

# **DIPLOMARBEIT**

---

Herr

**Birmily Raimund**

**Entwicklung eines speziellen  
Tools zur automatisierten  
Auswertung von Messdaten**

Mittweida, 2013

---

# **DIPLOMARBEIT**

---

## **Entwicklung eines speziellen Tools zur automatisierten Auswertung von Messdaten**

Autor:

**Herr**

**Birmily Raimund**

Studiengang:

**Informationstechnik**

Seminargruppe:

**KT07sWA**

Erstprüfer:

**Prof. Dr.-Ing. habil. Olaf Hagenbruch**

Zweitprüfer:

**Dipl.-Ing.(FH) Schatz Patrick**

Einreichung:

**Mai 2013**

Verteidigung/Bewertung:

**Mittweida, 2013**

## **DIPLOMA THESIS**

---

# **Development of a specific Tool for automatic Evaluation of Measure-Data**

author:

**Mr.**

**Birmily Raimund**

course of studies:

**Information Technology**

seminar group:

**KT07sWA**

first examiner:

**Prof. Dr.-Ing. habil. Olaf Hagenbruch**

second examiner:

**Dipl.-Ing.(FH) Schatz Patrick**

submission:

**May 2013**

defence/ evaluation:

**Mittweida, 2013**

## **Bibliografische Beschreibung:**

Birmily, Raimund:

Entwicklung eines speziellen Tools zur automatisierten Auswertung von Messdaten.

- 2013 - 65 S.

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Elektro- und Informationstechnik,

Diplomarbeit, 2013

### **Referat:**

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Auswertung von Messdaten. Das Hauptziel ist eine vollständige Automatisierung der Auswertung. Um Messdaten nicht per Hand in eine Excel-Tabelle eingeben zu müssen – wie es aktuell der Fall ist – und dabei Fehler entstehen, soll auf ein Programm geschlossen werden, das diese Aufgabe erfüllt.

# **Abstract**

The goal of this diploma thesis is to get analysis of measure-data. Due to the growing number of parameters in calibration it is necessary to do it automatically. To reach this target this Diploma Thesis should evaluate the steps which are needed for it. The target is a completely automation of analysis of measure-data. Actually the data is written by hand in Excel-Sheet – which produces mistakes. The goal is to find a tool which is able to do this task automatically.

# Inhalt

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Bibliografische Beschreibung:</b> .....       | <b>I</b>  |
| <b>Abstract..</b> .....                          | <b>I</b>  |
| <b>Inhalt.....</b> .....                         | <b>I</b>  |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b> .....               | <b>I</b>  |
| <b>Tabellenverzeichnis</b> .....                 | <b>I</b>  |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....               | <b>I</b>  |
| <b>1 Einleitung</b> .....                        | <b>2</b>  |
| <b>2 Stand der Technik</b> .....                 | <b>4</b>  |
| <b>2.1 Betriebliche Ausgangssituation</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>2.2 Allgemeiner Stand</b> .....               | <b>5</b>  |
| 2.2.1 Patente.....                               | 5         |
| 2.2.2 Diplomarbeiten .....                       | 7         |
| 2.2.3 Fachliteratur .....                        | 8         |
| <b>2.3 Zusammenfassung</b> .....                 | <b>10</b> |
| <b>3 Präzisierung der Aufgabenstellung</b> ..... | <b>13</b> |
| <b>3.1 Zieldefinitionen</b> .....                | <b>14</b> |
| 3.1.1 Funktionale Ziele .....                    | 14        |
| 3.1.2 Quantitative Ziele .....                   | 14        |
| <b>4 Lösungskonzept</b> .....                    | <b>15</b> |
| <b>4.1 Erläuterung des Ist-Zustandes</b> .....   | <b>15</b> |
| <b>4.2 Werkzeugauswahl</b> .....                 | <b>17</b> |
| 4.2.1 AVL Report Generator.....                  | 19        |
| 4.2.2 MS Excel.....                              | 19        |
| 4.2.3 MATLAB.....                                | 19        |
| <b>4.3 Zusammenfassende Bewertung</b> .....      | <b>19</b> |
| <b>5 Technische Umsetzung</b> .....              | <b>20</b> |
| <b>5.1 Requirements</b> .....                    | <b>20</b> |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>5.2</b> | <b>Eingesetzte Softwarewerkzeuge .....</b>      | <b>31</b> |
| 5.2.1      | AVL-DRIVE .....                                 | 31        |
| 5.2.2      | AVL Report Generator.....                       | 32        |
| <b>5.3</b> | <b>Entwicklungsprozess.....</b>                 | <b>33</b> |
| <b>5.4</b> | <b>Struktur von Teillösungen .....</b>          | <b>34</b> |
| 5.4.1      | AVL DRIVE .....                                 | 34        |
| 5.4.2      | AVL Report Generator.....                       | 35        |
| <b>5.5</b> | <b>Lösungsdetails .....</b>                     | <b>36</b> |
| 5.5.1      | Getriebeparameter .....                         | 36        |
| 5.5.2      | Grundlage für einen Report.....                 | 38        |
| <b>5.6</b> | <b>Darstellung des Informationsflusses.....</b> | <b>39</b> |
| <b>6</b>   | <b>Test und Optimierung .....</b>               | <b>40</b> |
| <b>7</b>   | <b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>       | <b>43</b> |
|            | <b>Danksagung.....</b>                          | <b>46</b> |
|            | <b>Literatur.. .....</b>                        | <b>47</b> |
|            | <b>Anlagen... .....</b>                         | <b>51</b> |
|            | <b>Anlagen, Teil 1.....</b>                     | <b>1</b>  |
|            | <b>Selbstständigkeitserklärung .....</b>        | <b>3</b>  |

# Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Auszug aus der aktuellen Excel-Tabelle ..... | 16 |
| Abbildung 2: Fertiger Report im AVL Report Generator..... | 32 |
| Abbildung 3: Entwicklungsprozess .....                    | 33 |
| Abbildung 4: Funktionen von AVL DRIVE.....                | 34 |
| Abbildung 5: Funktionen von AVL Report Generator .....    | 35 |
| Abbildung 6: Definition von Filtern .....                 | 38 |
| Abbildung 7: Informationsfluss .....                      | 39 |



# Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Ergebnis der Patente-Recherche.....            | 6  |
| Tabelle 2: Ergebnis der Diplomarbeit-Recherche .....      | 7  |
| Tabelle 3: Ergebnis der Fachliteratur-Recherche .....     | 9  |
| Tabelle 4: Entscheidungsmatrix .....                      | 18 |
| Tabelle 5: Zughochschaltung beim Benzinmotor .....        | 22 |
| Tabelle 6: Zughochschaltung beim Dieselmotor .....        | 23 |
| Tabelle 7: Schubhochschaltung Benzinmotor.....            | 23 |
| Tabelle 8: Schubhochschaltung Dieselmotor.....            | 24 |
| Tabelle 9: Schwellwert 2 - 75 % .....                     | 24 |
| Tabelle 10: Schwellwert 75 - 120 % .....                  | 25 |
| Tabelle 11: Bremswirkung .....                            | 25 |
| Tabelle 12: Pedalstellung bzw. Drehzahl Dieselmotor ..... | 26 |
| Tabelle 13: Pedalstellung bzw. Drehzahl Benzinmotor ..... | 26 |
| Tabelle 14: Pedalstellung bzw. Drehzahl Dieselmotor ..... | 27 |
| Tabelle 15: Pedalstellung bzw. Drehzahl Benzinmotor ..... | 27 |
| Tabelle 16: Pedalstellung Diesel- und Benzinmotor .....   | 28 |
| Tabelle 17: Pedalstellung Diesel- und Benzinmotor .....   | 28 |
| Tabelle 18: Pedalstellung Diesel- und Benzinmotor .....   | 29 |
| Tabelle 19: Pedalstellung Diesel- und Benzinmotor .....   | 29 |

# Abkürzungsverzeichnis

|  |   |
|--|---|
| <b>Upshift Auto US PO D</b>            | Upshift Auto Upshift Power on Upshift Mode Drive                          |
| <b>Upshift Auto US PO S</b>            | Upshift Auto Upshift Power on Upshift Mode Sport                          |
| <b>Upshift Auto US PO D AC</b>         | Upshift Auto Upshift Power on Upshift Mode Drive<br>Air Condition         |
| <b>Upshift Manual US PO M</b>          | Upshift Manual Upshift Power on Upshift Mode<br>Manual                    |
| <b>Upshift Manual US CO M</b>          | Upshift Manual Upshift Coast/Brake Mode Manual                            |
| <b>Upshift Tip Out US TO D Q Quick</b> | Upshift Tip Out Upshift Tip Out Mode Drive Quick                          |
| <b>Upshift Tip Out US TO D S Slow</b>  | Upshift Tip Out Upshift Tip Out Mode Drive Slow                           |
| <b>Downshift Auto DS CO D</b>          | Downshift Auto Downshift Coast/Brake Mode Drive                           |
| <b>Downshift Auto DS CO S</b>          | Downshift Auto Downshift Coast/Brake Mode Sport                           |
| <b>Downshift Auto DS CO D AC</b>       | Downshift Auto Downshift Coast/Brake Mode Drive<br>Air Condition          |
| <b>Downshift Manual DS PO M</b>        | Downshift Manual Downshift Power on Downshift<br>Mode Manual              |
| <b>Downshift Manual DS CO M</b>        | Downshift Manual Downshift Coast/Brake Mode<br>Manual                     |
| <b>Downshift Tip In DS TI D N</b>      | Downshift Tip In Downshift Tip In Mode Drive<br>Negative Torque           |
| <b>Downshift Tip In DS TI D P</b>      | Downshift Tip In Downshift Tip In Mode Drive<br>Positive Torque           |
| <b>Downshift Tip In DS TI S N</b>      | Downshift Tip In Downshift Tip In Downshift Mode<br>Sport Negative Torque |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Downshift Tip In DS TI S P</b>    | Downshift Tip In Downshift Tip In Downshift Mode Sport Positive Torque |
| <b>Garageshift GS BK</b>             | Garageshift Garageshift Brake  |
| <b>Garageshift GS BK Cold</b>        | Garageshift Garageshift Brake Cold                                     |
| <b>Upshift Auto US PO D Cold</b>     | Upshift Auto Power on Upshift Mode D Cold                              |
| <b>Downshift Auto DS Cold D Cold</b> | Downshift Auto Downshift Cold Mode D Cold                              |
| <b>INCA</b>                          | Integrated Calibration and Acquisition Systems                         |
| <b>MATLAB</b>                        | Matrix Laboratory  |

# 1 Einleitung

Die AVL (Anstalt für Verbrennungskraftmaschinen List) List GmbH ist die weltweit größte unabhängige Firma für die Entwicklung von Antriebssystemen. Neben diesem Geschäftsbereich finden sich noch die beiden Bereiche Simulation und Prüftechnik.

Diese Geschäftsbereiche haben folgende Ziele:

Antriebssysteme:

Entwicklung und Verbesserung aller Arten von Antriebssystemen (Verbrennungsmotoren, Getriebe, Hybrid-Systeme und elektrische Antriebe) vom Konzept bis zur Serienreife.

Simulation:

Entwicklung und Vertrieb der Simulationsmethoden, die notwendig sind für die Unterstützung der Entwicklungsaufgaben.

Prüftechnik:

Dieser Bereich umfasst alle Instrumente und Systeme von AVL, die für die Motoren- und Fahrzeugentwicklung benötigt werden.

Anfang der 70er Jahre begann AVL die ersten vollautomatischen Motorenprüfstände zu verkaufen. Dies war einer der Meilensteine der Firmengeschichte. Heute entwickelt AVL List verschiedenste Motortypen für viele namhafte Fahrzeughersteller auf der ganzen Welt und ist Vorreiter wenn es um Mess- und Prüfsysteme für die Motorentwicklung geht.<sup>1</sup>

Ein Teilgebiet der Antriebssysteme ist die Getriebe- und Hybridkalibration. Hier werden mit verschiedenen Methoden die Antriebseigenschaften untersucht, analysiert und optimiert, insbesondere im Hinblick auf die Bedeutung von Getriebe- und Hybridfunktionalitäten (Kalibration).

---

[1] S. 3

Ziel soll es sein, die vom Kunden gewünschten Anforderungen an das Getriebe- und Hybridsystem umzusetzen. Mithilfe von Testfahrten und Softwareprogrammen sollen diese Ziele erreicht werden. Da die genannten Programme keine Massenprodukte (wie etwa Windows-Applikationen) sind und nicht unbegrenzte Kosten in der Entwicklung und im Vertrieb hervorrufen dürfen, sind die Eigenschaften zu Beginn der Anwendung vereinfacht und haben ihre Defizite. Diese sollen natürlich bei Ausweitung der Anwendung (mehrere Kunden und Lizenzen) entsprechend verbessert werden.

Beispielsweise muss nach einer Testfahrt die Eingabe der Messdaten zeitaufwändig per Hand erfolgen, weil derzeit nur dadurch eine Analyse bzw. Auswertung möglich ist. Eine automatisierte und weniger fehleranfällige Lösung ist in speziellen Fällen nicht vorhanden.

Diese Unzulänglichkeiten aufzuzeigen und geeignete Alternativen auszuwählen sowie umzusetzen sind die Ziele dieser Arbeit.

Anhand eines konkreten Fallbeispiels sollen diese Schwachstellen erkundet, als nächsten Schritt deren Verbesserungen festgehalten, sowie als Abschluss diese auch softwaretechnisch umgesetzt werden.

## **2 Stand der Technik**

Die Aufgabenstellung dieser Diplomarbeit erfordert eine Recherche zum Stand der Technik. Es wurden dazu verschiedene Informationsquellen zu wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiet der Messdaten-Auswertung sowie der Getriebetechnik zu Rate gezogen. (Siehe 2.2 Allgemeiner Stand).

### **2.1 Betriebliche Ausgangssituation**

Um Daten zu gewinnen und im Anschluss auszuwerten gibt es mehrere Methoden. Eine Möglichkeit ist die Methode der Testfahrten mit Versuchsfahrzeugen.

Dazu existieren spezielle Verfahrensanweisungen für Testfahrer. In diesen Anweisungen wird festgehalten, welche Fahrmanöver wie durchgeführt werden sollen.

Mit diesen Fahrmanövern werden Daten gewonnen. Während dieser Fahrten werden mithilfe von spezieller – im Fahrzeug verbauter – Messtechnik Daten ermittelt. Als nächsten Schritt werden diese über verschiedene Schnittstellen an die Notebooks der Testfahrer weitergeschickt. Dort findet dann die Speicherung der Daten statt. Meist erst nachdem die Fahrt abgeschlossen ist beginnt die Auswertung der Daten. Mithilfe von AVL-Software sowie Microsoft-Tools wird diese Analyse unterstützt und durchgeführt. Nach wie vor müssen dazu mehrere Softwareprodukte verwendet werden, eine Automatisierung ist kaum gegeben. Die Daten von der AVL-Software werden per Hand in die Microsoft-Tools - in diesem Fall in eine Excel-Tabelle – eingetragen und dort ausgewertet. Verschiedene Parameter werden dort festgehalten, um daraus Erkenntnisse für die Getriebekalibration zu gewinnen.

## 2.2 Allgemeiner Stand

### 2.2.1 Patente

#### Methodik

Mithilfe der Internet-Datenbanken patent-de.com bzw. dpma.de wurde nach bereits bestehenden Patenten gesucht.<sup>2 3</sup>

#### Ergebnis

| Titel  | Anmelder   | Veröffentlichung |
|--|--|------------------|
| Verfahren zum Messen und Auswerten von Daten eines auf einem Prüfstand vorgesehenen Getriebes <sup>4</sup>       | ZF FRIEDRICHSHAFEN AG,<br>88046 Friedrichshafen, DE              | 16.10.2003       |
| Fahrzeug-Kalibrierung unter Verwendung bei normalen Betriebsbedingungen erfasster Daten <sup>5</sup>             | Harley-Davidson Motor Company<br>Group, LLC, Milwaukee, Wis., US | 10.02.2011       |
| Verfahren und Anordnung zur Aufzeichnung und Auswertung von Messdaten einer Getriebeprüfeinrichtung <sup>6</sup> | M & R Automation Ges.m.b.H.,<br>Grambach, AT                     | 22.04.2004       |

---

[2] [www.patent-de.com](http://www.patent-de.com)

[3] [http://www.dpma.de/service/e\\_dienstleistungen/depatistnet](http://www.dpma.de/service/e_dienstleistungen/depatistnet)

[4] <http://www.patent-de.com/20031016/DE10214891A1.html>

[5] <http://www.patent-de.com/20110210/DE102010038322A1.html>

[6] <http://www.patent-de.com/20050825/WO2004034010.html>

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Vorrichtung zum Erfassen und Registrieren von Messdaten an Bodeneffektfahrzeugen <sup>7</sup>                                     | Lorenz, Dietrich, Dr.-Ing., 18055 Rostock, DE        | 01.02.2001 |
| Verfahren zum Wahrnehmbar machen von Messdaten eines Versuchsablaufs sowie Versuchsdatenerfassungs-Auswertungssystem <sup>8</sup> | TÜV SÜD Automotive GmbH, 80339 München, DE           | 04.03.1999 |
| Verfahren zur Datenauswertung <sup>9</sup>  | Interactive Network, Inc., Mountain View, Calif., US | 27.06.1991 |

**Tabelle 1: Ergebnis der Patente-Recherche**

---

[7] <http://www.patent-de.com/20010201/DE19927636A1.html>

[8] <http://www.patent-de.com/20080417/DE19909516B4.html>

[9] <http://www.patent-de.com/19950112/DE69011128T2.html>



## 2.2.2 Diplomarbeiten

### Methodik

Anhand vorhandener Diplomarbeiten - welche am Hochschulserver der Hochschule Mittweida zu finden sind - wurde nach vorhandenen Lösungen gesucht.

### Ergebnis

Diese Diplomarbeit wurde im Unternehmen AVL List GmbH im Bereich der Getriebekalibration verfasst.

| Titel  | Anmelder       | Veröffentlichung |
|--|----------------|------------------|
| Automatisierte Getriebe-Kalibrierung bei verschiedenen Testumgebungen<br>Korrelationsstudie zwischen Straße, Rollenprüfstand und Antriebsstrangprüfstand <sup>10</sup> | Jung Christian | 12.01.2010       |

**Tabelle 2: Ergebnis der Diplomarbeit-Recherche**

---

[10] <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:mit1-opus-1429>

## 2.2.3 Fachliteratur

### Methodik

Anhand von öffentlich verfügbarer Fachliteratur wurde nach vorhandenen Lösungen gesucht.

| Titel   | Autor  | Verlag                    |
|---|--|---------------------------|
| Das Getriebebuch <sup>11</sup>                  | Robert Fischer<br>Gunter Jürgens<br>Ferit Küçükay<br>Rolf Najorak<br>Burkhard Pollak | Springer Wien<br>New York |
| Taschenbuch Mikroprozessortechnik <sup>12</sup> | Thomas Beierlein<br>Olaf Hagenbruch  | Fachbuchverlag<br>Leipzig |
| Mikroprozessortechnik <sup>13</sup>             | Helmut Müller<br>Lothar Walz   | Vogel Fachbuch            |

---

[11] Das Getriebebuch (Der Fahrzeugantrieb)

[12] Taschenbuch Mikroprozessortechnik

[13] Mikroprozessortechnik

|  |  |                   |
|--|--|-------------------|
| Automatisierungstechnik <sup>14</sup>                  | Albrecht Baumann<br>Jürgen Baur<br>Hans Kaufmann<br>Hartmut Schlipf<br>Dietmar Schmid<br>Peter Strobel | Europa Lehrmittel |
| Einstieg in das Programmieren mit MATLAB <sup>15</sup> | Ulrich Stein   | Hanser Verlag     |

**Tabelle 3: Ergebnis der Fachliteratur-Recherche**

---

[14] Automatisierungstechnik

[15] Einstieg in das Programmieren mit MATLAB

## 2.3 Zusammenfassung

### Patente:

#### **Verfahren zum Messen und Auswerten von Daten eines auf einem Prüfstand vorgesehenen Getriebes**

Bei diesem Patent wird nicht auf verschiedene Schaltarten bzw. auf die nötigen Getriebe-parameter Wert gelegt. Es ist außerdem nicht ersichtlich wie die gewonnen Daten zur Weiterverwendung gespeichert werden.

#### **Fahrzeugkalibrierung unter Verwendung bei normalen Betriebsbedingungen erfasster Daten**

Hier wird nicht eindeutig dargestellt wie die gewünschten Requirements umgesetzt werden könnten und ob dies überhaupt möglich ist. Außerdem erschließt sich laut der Beschreibung nicht ob eine Umsetzung überhaupt Vorteile mit sich bringt.

#### **Verfahren und Anordnung zur Aufzeichnung und Auswertung von Messdaten einer Getriebeprüfeinrichtung**

Die Aufgabe der Erfindung – dynamische Prüfung des Zahnflankenspiels - entspricht nicht den Anforderungen an das gewünschte Software-Tool in dieser Diplomarbeit. Folglich lassen sich auch die Erkenntnisse nicht verwenden.

#### **Vorrichtung zum Erfassen und Registrieren von Messdaten an Bodeneffektfahrzeugen**

Die hier genannte Lösung hat den Nachteil, dass teure Geräteeinheiten für die Umsetzung notwendig sind. Da die Kosten einen wichtigen Punkt darstellen, ist die Anwendung dieser Lösung nicht möglich.

#### **Verfahren zum Wahrnehmbarmachen von Messdaten eines Versuchsablaufs sowie Versuchsdatenerfassungs-Auswertungssystem**

Das hier beschriebene Verfahren verwendet verschiedene Messtechnik zur Datengewinnung und Auswertung. Aus Kostengründen ist eine Anschaffung dieser Messtechnik nicht möglich.

## **Verfahren zur Datenauswertung**

Dieses Verfahren hat zum Ziel, eine Auswertung von Daten zu schaffen, die sich auf einen gemeinsamen Gegenstand beziehen und aus mehreren Datenquellen stammen. Als Quelle wird hier ein Einweg- Massenkommunikationsverbindung gesehen. Dieses Verfahren lässt sich nicht auf die gewünschten Anforderungen dieser Diplomarbeit umlegen.

### Diplomarbeit

## **Automatisierte Getriebe-Kalibrierung bei verschiedenen Testumgebungen Korrelationsstudie zwischen Straße, Rollenprüfstand und Antriebsstrangprüfstand**

Bei dieser Arbeit ist das Kernziel eine Korrelation zwischen Straße, Rollenprüfstand und Antriebsstrangprüfstand zu finden. Auf eine Software, die die gewünschte Auswertung der Getriebedaten vornimmt, wird hier nicht eingegangen.

### Fachliteratur

#### **Das Getriebebuch**

Auf gewünschte Schaltvorgänge sowie Schaltstrategien wird hier nicht eingegangen. Da dies ein zentraler Bestandteil dieser Arbeit ist, ist eine weitere Verwendung der dort enthaltenen Möglichkeiten nicht gegeben.

#### **Taschenbuch Mikroprozessortechnik**

In diesem Fachbuch werden auf die Datenerfassung und die Datenverarbeitung eingegangen. Eine Umsetzung bezogen auf diese Arbeit ist aber nicht möglich, da eine Datenauswertung – wie es gefordert ist – nicht vorhanden ist.

#### **Mikroprozessortechnik**

Es wird in diesem Fachbuch die Auswertung von Daten beschrieben. Eine Auswertung die den Requirements genügen ist aber nicht gegeben. Daher lassen sich auch nicht die dort gewonnen Erkenntnisse in dieser Arbeit umsetzen.

#### **Automatisierungstechnik**

Zentrales Thema dieser Literatur ist die Automatisierung mithilfe von SPS und den dazugehörigen Feldbussen. Da eine Anschaffung in dieser Richtung aufgrund von Kosten nicht möglich ist, ist eine weitere Umsetzung nicht gegeben.

## **Einstieg in das Programmieren mit MATLAB**

Das Software-Paket MATLAB liefert die Möglichkeiten der Datenerfassung sowie der Datenauswertung und Darstellung. Da aber aufgrund von Kostengründen eine weitere Umsetzung in dieser Richtung nicht möglich ist, sind die Erkenntnisse hier nicht verwendbar.

Das Rechercheergebnis zeigt, dass keine Entwicklung zum jetzigen Zeitpunkt auf dem Markt existiert, die den Anforderungen entspricht. Eine Neuentwicklung ist daher notwendig damit die geforderten Zielparameter erreicht werden.

### 3 Präzisierung der Aufgabenstellung

Als zentrales Ziel der Diplomarbeit sollen durch vollständige Automatisierung der Auswertung der Schaltqualität etwaige Fehlerquellen durch manuelle Eingabe ausgeschlossen und der Zeitaufwand für das Übertragen der Daten eingespart werden.

Dabei soll eine Recherche durchgeführt werden ob das Ziel mithilfe eines vorhandenen Tools vorteilhaft verwirklicht werden kann, oder ob die Erstellung eines weiteren Tools notwendig ist.

Ziel dieser Diplomarbeit soll es zudem sein, zuerst die aktuellen Anforderungen an ein solches Software-Tool zu sammeln und aufzuarbeiten. Weiters soll auf Basis der Anforderungsanalyse ein geeignetes Werkzeug definiert werden. Ziel der Diplomarbeit ist die Umsetzung der Anforderungen innerhalb dieses Tools und die Einbindung in die AVL-Toolumgebung. Sofern möglich, soll bei der Entwicklung des Tools versucht werden, eine einheitliche Plattform und Umgebung umzusetzen bzw. zu ermöglichen.

#### **Welche Nachteile bestehen zurzeit?**

Aktuell werden mithilfe eines Excel-Sheets die Messungen für die Schaltqualität ausgewertet. Das bedeutet, dass die Werte dort manuell eingegeben und mit Makros weiterverarbeitet werden.

Jede Eingabe von Hand stellt für sich ein Problem dar, da dieser Wert zum einen falsch übertragen und zum anderen auch an der falschen Stelle eingetragen werden kann.

#### **Welche Vorteile sollen erreicht werden?**

Es soll erreicht werden, dass eine automatisierte Auswertung der Daten erfolgt. Damit soll die Fehlerhäufigkeit und der Bedienungsaufwand reduziert werden, im Allgemeinen soll eine leichtere und komfortablere Auswertung der Daten ermöglicht werden. Zum jetzigen Zeitpunkt ist eine Auswertung nur mit hohem zeitlichem Aufwand zu realisieren.

## **3.1 Zieldefinitionen**

### **3.1.1 Funktionale Ziele**

- Mithilfe eines einzigen Tools soll eine vollständige – automatisierte – Auswertung der Daten erfolgen
- Das Tool soll geeignete Betrachtungswerkzeuge bieten, damit ein vollständiger Überblick über eine Messung möglich ist (inkl. der dazugehörigen Messung und Konfiguration)
- Keine Eingabe der Messdaten per Hand mehr nötig
- Keine Anpassung der Makros mehr notwendig

### **3.1.2 Quantitative Ziele**

- Merkliche Zeitersparnis durch Wegfall der Eingabe in ein weiteres Programm (Arbeitsaufwand von derzeit ca. 2 Tagen pro Analysefall soll auf ca. 1 h reduziert werden)
- Reduzierung der Fehlerquote auf nahe 0 % (mit einer Fehlerquote von +/- 2 %), da eine Eingabe per Hand nicht mehr notwendig ist
- Zeitersparnis bei der Analyse der Getriebe-Messdaten soll von derzeit 3 h auf ½ h reduziert werden



## 4 Lösungskonzept

In diesem Abschnitt werden die Anforderungen an die Software und die Herangehensweise bei der Auswahl der Software näher erläutert. Nach einer Analyse des Ist-Zustandes werden die Kriterien an die Software festgelegt und mittels einer Entscheidungsmatrix bewertet, um die bestmögliche Alternative zu bestimmen.<sup>16</sup>

### 4.1 Erläuterung des Ist-Zustandes

Derzeit ist ein Tool basierend auf Microsoft Excel 2010 (MS Excel) vorhanden, welches diverse, aber nicht alle, geforderten Auswertemöglichkeiten bietet. Der Nachteil dieser Lösung ist die Benutzerfreundlichkeit. Zusätzliche Auswertungen lassen sich nur mit viel Aufwand implementieren. Weiters müssen die Daten in den Tabellenblättern immer an derselben Stelle eingetragen werden, um einen Fehler beim Makroaufruf zu verhindern.

Zusätzlich bietet MS Excel wenig Komfort beim Programmieren der Makros für den Aufruf. Komfort bedeutet, dass das Erstellen und Abändern von Makros mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden ist und auch das Testen danach wertvolle Zeit in Anspruch nimmt. Außerdem setzt das Programmieren von Makros Erfahrung voraus bzw. Zeit für das Einarbeiten. Das Abbilden diverser Funktionalitäten in den Tabellenblättern ist oft sehr mühsam und mit viel Programmierarbeit verbunden. Um Änderungen an den Daten vorzunehmen, ist es zwingend erforderlich die Makros ebenfalls mit anzupassen.<sup>16</sup>

Der aktuelle Stand ist eine tabellarische Darstellung mit MS Excel. Es gibt für jeden Fahrzustand (Manuell, Drive, Sport, Eco) sowie für die Schaltart (Zughochschaltung, Schubhochschaltung, etc.) eine eigene Auflistung(Rating). Ein Rating besteht aus verschiedenen Parametern (Siehe dazu 5.5.1) und den dazugehörigen Noten. Die Noten werden aktuell per Hand eingegeben. Als weiteres Kriterium wird auch der aktuelle sowie zukünftige Gang betrachtet. Siehe dazu Abbildung 1.

---

[16] S.30

| Fahrzustand        |  |  |  |  | Getriebe-Parameter |       |       |     |     |  |     |     |     |      | Schaltung |      |      |     |     |   |  |  |  |  |                |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |                |  |  |  |  |             |  |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|--|--------------------|-------|-------|-----|-----|--|-----|-----|-----|------|-----------|------|------|-----|-----|---|--|--|--|--|----------------|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--------------|--|--|--|--|----------------|--|--|--|--|-------------|--|--|--|--|
| Fahrzustand        |  |  |  |  | Detail             |       |       |     |     | Schaltung 1  |     |     |     |      |           |      |      |     |     |   |  |  |  |  | Schaltung 2    |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |                |  |  |  |  |             |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  |                    |       |       |     |     | Schaltstartstetigkeit<br>A x Gradienten vor<br>Übersetzungswechsel |     |     |     |      |           |      |      |     |     | Zugkraftreduktion<br>A x Gradienten beim<br>Übersetzungswechsel |  |  |  |  | A x Stetigkeit |  |  |  |  | Ruck |  |  |  |  | Einzelschlag |  |  |  |  | Drehzahlabfall |  |  |  |  | Schaltdauer |  |  |  |  |
| Zughochschaltungen |  |  |  |  | Pedal [%]          | Modus | Temp. | A/C | 1-2 |  |     |     |     |      |           |      |      |     |     |   |  |  |  |  |                |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |                |  |  |  |  |             |  |  |  |  |
| Modus D            |  |  |  |  | 10%                | E     | Heiß  | Aus | 8,3 | 9,9  | 8,6 | 9,9 | 7,9 | 10,0 | 7,7       | 10,0 | 10,0 | 8,8 | 7,7 |   |  |  |  |  |                |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |                |  |  |  |  |             |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  | 15%                | E     | Heiß  | Aus | 7,0 | 6,6  | 6,2 | 9,8 | 6,8 | 7,5  | 7,1       | 9,2  | 9,9  | 9,2 | 8,3 |   |  |  |  |  |                |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |                |  |  |  |  |             |  |  |  |  |
| EHS 3              |  |  |  |  | 20%                | E     | Heiß  | Aus | 6,6 | 5,8  | 5,8 | 9,7 | 6,1 | 8,0  | 7,3       | 10,0 | 10,0 | 8,9 | 8,4 |   |  |  |  |  |                |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |                |  |  |  |  |             |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  | 30%                | E     | Heiß  | Aus | 7,0 | 5,8  | 6,2 | 8,3 | 7,0 | 8,5  | 8,0       | 7,8  | 9,7  | 9,3 | 8,9 |   |  |  |  |  |                |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |                |  |  |  |  |             |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  | 40%                | E     | Heiß  | Aus | 7,5 | 7,0  | 7,0 | 8,8 | 7,8 | 8,8  | 6,9       | 8,4  | 9,8  | 9,2 | 8,8 |   |  |  |  |  |                |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |                |  |  |  |  |             |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  | 50%                | E     | Heiß  | Aus | 7,2 | 7,2  | 6,9 | 9,5 | 7,8 | 8,8  | 6,4       | 8,2  | 9,8  | 9,1 | 8,5 |   |  |  |  |  |                |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |                |  |  |  |  |             |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  | 60%                |       | Heiß  | Aus | 7,1 | 6,6  | 7,0 | 9,3 | 7,1 | 8,8  | 6,4       | 10,0 | 10,0 | 9,3 | 8,1 |   |  |  |  |  |                |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |                |  |  |  |  |             |  |  |  |  |
| Schaltart          |  |  |  |  | Pedalposition      |       |       |     |     | Noten  |     |     |     |      |           |      |      |     |     |   |  |  |  |  |                |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |                |  |  |  |  |             |  |  |  |  |

Abbildung 1: Auszug aus der aktuellen Excel-Tabelle

## 4.2 Werkzeugauswahl

Mithilfe einer Entscheidungsmatrix soll die Auswahl einer Software erfolgen. Dafür werden verschiedene Kriterien benötigt. Anhand des Ist-Zustandes wurden diese analysiert. Die Kriterien sind wie folgt:

- Benutzerfreundlichkeit
- Automatisiertes Einlesen von Daten
- Einbindung in die AVL-Toolumgebung
- Kosten

Im Folgenden werden die Kriterien näher erläutert bzw. warum sie als Basis für die Entscheidungsmatrix dienen.

### **Benutzerfreundlichkeit**

Die Benutzerfreundlichkeit ist eine zentrale Anforderung an die Software. Der Ist-Zustand verlangt zum jetzigen Zeitpunkt Programmierkenntnisse in MS Excel (Makros). Als Ziel soll erreicht werden, dass eine Datenauswertung ohne diese Voraussetzung möglich ist.

### **Automatisiertes Einlesen von Daten**

Im Zuge einer Neu- oder Weiterentwicklung eines Getriebes fallen eine Vielzahl von Daten an. Diese per Hand einzulesen und zu verarbeiten stellen eine große Herausforderung und Arbeitsbelastung dar. Nur mit Hilfe einer Automatisierung kann dieser Umstand beseitigt werden.

### **Einbindung in die AVL-Toolumgebung**

Es existieren verschiedene Software-Pakete – nicht nur im Bereich der Getriebe-Kalibrierung – in der AVL. Diese gesammelt in einer Toolumgebung zu verwalten und zu verwenden stellt eine wichtige Bedingung an jede neue Software in der AVL.

### **Kosten**

Jede Entwicklung bedeutet Kosten. Und die Kosten sollen so gering wie möglich gehalten werden. Aus diesem Grund ist dies ein wesentlicher Punkt in der Entscheidungsmatrix.

Die Bewertung der Anforderungen wurde nach dem Prinzip durchgeführt, dass die Note „1“ die Anforderung nicht erfüllt und die Note „5“ die Anforderung zur Gänze erfüllt.

Bevor eine Analyse durchgeführt werden kann, müssen noch die Alternativen zur Lösung des Problems ausgewählt werden.

Folgende Alternativen stehen zur Auswahl:

- AVL Report Generator
- MS Excel
- MATLAB

Anhand der definierten Kriterien und Alternativen kann eine Entscheidungsmatrix aufgestellt werden. Siehe dazu Tabelle 4.

| Kriterium                          | Software-Alternativen |          |           |
|------------------------------------|-----------------------|----------|-----------|
|                                    | AVL Report Generator  | MS Excel | MATLAB    |
| Benutzerfreundlichkeit             | 3                     | 2        | 3         |
| Automatisiertes Einlesen von Daten | 2                     | 1        | 4         |
| Einbindung in die AVL-Toolumgebung | 4                     | 2        | 3         |
| Kosten                             | 5                     | 4        | 1         |
| <b>Summe</b>                       | <b>14</b>             | <b>9</b> | <b>11</b> |

**Tabelle 4: Entscheidungsmatrix**

### **4.2.1 AVL Report Generator**

Die Benutzerfreundlichkeit beim AVL Report Generator ist insofern gegeben, da diese Software darauf ausgelegt ist die Messdateien von AVL-DRIVE auszuwerten. Schwachpunkt ist das automatisierte Einlesen von Daten. Es ist nicht möglich mehrere Messdateien über eine Automatisierung einzulesen. Die Einbindung in die AVL-Toolumgebung ist gegeben, da es sich um ein AVL-Produkt handelt und daher die Voraussetzungen dafür mitbringt. Der Kostenstandpunkt ist die Stärke des AVL Report Generators. Es handelt sich zum einen um eine AVL-Entwicklung die ständig weiterentwickelt wird und zum anderen muss kein neues Produkt angeschafft werden.

### **4.2.2 MS Excel**

MS Excel ist nur bedingt einsatzfähig wenn es um die Auswertung von Daten geht. Wenn eine gewisse Komplexität erreicht wird, stößt MS Excel an seine Grenzen. Die Benutzerfreundlichkeit hängt stark von der Programmierung von Makros ab. Es muss zunächst eine Entwicklung der Makros stattfinden. Da erfahrungsgemäß zur Datenauswertung immer neue Anforderungen hinzukommen, müssen jene Makros auch ständig mit angepasst werden. Das gleiche Problem besteht beim automatisierten Einlesen von Daten. Auch dort muss permanent eine Weiterentwicklung der Makros stattfinden. Die Einbindung in die AVL-Toolumgebung ist ein weiterer Schwachpunkt, da es sich hier um kein AVL-Produkt handelt sondern um ein Produkt von Microsoft Office. Für MS Excel spricht, dass es ein Standardprodukt ist und daher nicht zusätzlich angeschafft werden muss.

### **4.2.3 MATLAB**

Die Benutzerfreundlichkeit ist bei MATLAB vorhanden. Es ist möglich eine grafische Oberfläche zu erstellen, die dem Benutzer die Arbeit erleichtert. Das automatisierte Einlesen von Daten ist die Stärke von MATLAB. Es bietet fertige Funktionen die es dem Benutzer erlauben die Daten automatisiert und einfach einzulesen. Die Einbindung in die AVL-Toolumgebung ist gegeben, da es bereits fertige Zusatzsoftware von AVL gibt, die es erlauben MATLAB zu integrieren. Großer Nachteil bei MATLAB sind die Kosten.

## **4.3 Zusammenfassende Bewertung**

Aufgrund des Entscheidungsprozesses im Punkt 4.2 wird der AVL Report Generator gewählt. Die Software hat die höchste Gesamtpunktezahl erreicht und wird daher zur Lösungsumsetzung herangezogen.

## **5 Technische Umsetzung**

### **5.1 Requirements**

Die nachfolgenden Requirements stellen die Anforderungen an die Software dar.

#### **Tabellarische Auflistung der Schaltvorgänge**

Im aktuellen Excel-Sheet werden in einer Tabelle die Betriebszustände samt Unter-Betriebs-Zustände für Schaltung 1, Schaltung 2, etc. tabellarisch erfasst. Die Tabelle gibt dem Nutzer die Möglichkeit, jedes einzelne Schaltereignis geclustert und mit allen relevanten Detailkriterien versehen auszuwählen, sowie auch die dazugehörigen Detailmessungen zu verlinken. Dadurch wird zeitaufwändige Suche weitgehend vermieden und eine übersichtliche Statusaufnahme vom Kalibrations-Stand ermöglicht. Ziel soll es sein, auch im AVL Drive Report Generator eine optisch ansprechende Darstellung zu haben bzw. eine Umsetzung durchzuführen.

#### **Gruppierungsdarstellung**

Ziel der Gruppierungsdarstellung soll es sein, nur diejenigen Einträge anzuzeigen, die z.B. im ECO-Modus vermessen sind oder im ECO-Modus und mit heißem Getriebe.

#### **Schwellwert manuell eingeben**

Der Benutzer soll selbständig Werte eingetragen können für verschiedene Betriebszustände. Z. B. ab dem Wert 50 °C gilt der Wert als heiß.

#### **Ganganzeige**

Die aktuelle Software kann nicht erkennen um welches Getriebe es sich handelt, aber zumindest, welcher der höchste gefahrene Gang im Datensatz ist.

## **Gewichteter Mittelwert**

Jeder Schaltvorgang wird 3 x mal durchgeführt. Gewünscht wird, dass nicht nur die 3 ermittelten Werte zur Verfügung stehen, sondern auch ein gewichteter Mittelwert daraus. Die Gewichtung soll vom Benutzer selbst vorgenommen werden können. Optional wurde festgehalten, dass beide Werte zur Auswahl stehen.

## **Werte ausblenden**

Es werden Messungen mit unterschiedlichsten Pedalwerten aufgezeichnet. Es sollen nur Pedalwerte angezeigt werden, die auch wirklich gemessen wurden. Alle anderen sollen ausgeblendet werden.

## **Verlinkung zu INCA/CANape-Messungen**

Es soll direkt aus dem AVL Report Generator eine Verlinkung zur INCA/CANape-Messung stattfinden (Öffnen der richtigen INCA/CANape-Konfiguration mit passendem Mess-File und mit korrektem zum Ereignis gehörigen Zeitstempel).<sup>17 18</sup>

## **Automatisiertes Einlesen**

Es soll ein automatisiertes Einlesen vorhandener Messungen erfolgen können. Eine manuelle Eingabe soll vermieden werden.

## **Darstellen der Farbcodes**

Der Benutzer soll entscheiden können zu welchen Ratings welche Farbcodes angezeigt werden sollen.

## **Abspeicherung der Umgebung und der Konfiguration**

Es sollen innerhalb einer Konfigurationsumgebung sämtliche relevanten Daten enthalten sein. Dazu zählen Zuweisung von Messungen, Analysetemplate sowie Auswertegrafik.

## **Spiegeln der Achsen**

Da eine tabellarische Form der Ausgabe erfolgt, soll es auch möglich sein die vorhandenen Achsen zu spiegeln.

---

[17] S. 11

[18] S. 2

## Upshift Auto US PO D

Vorgegeben ist der aktuelle Gang und die Pedalposition – welche von 5 % bis 100 % variiert. Ziel soll es sein den neu eingelegten Gang selbständig zu erkennen und die Einträge in der Tabelle entsprechend zu setzen. Die gleichen Bedingungen gelten für den Zustand Upshift Auto US PO S. Selbiges ist auch für den Zustand Upshift Auto US PO D AC gültig, mit dem Unterschied, dass hier zusätzlich auch der Zustand der Klimaanlage (AC) beachtet wird.

## Upshift Manual US PO M

Es soll in tabellarischer Form eine Aufstellung geben über die Zughochschaltung bei Benzin- und Dieselmotoren. Die Einteilung soll über die Drehzahl sowie über die Pedalstellung erfolgen. Als Grenzwert für die Pedalstellung wurden 50 % festgelegt.

Daraus ergibt sich folgende Tabelle:

### Benzinmotor

| Pedalstellung (%) | Drehzahl (rpm) |
|-------------------|----------------|
| 2 – 50            | 2.000 – 4.000  |
| 2 – 50            | 4.000 – 6.000  |
| 50 – 100          | 2.000 – 4.000  |
| 50 – 100          | 4.000 – 6.000  |

**Tabelle 5: Zughochschaltung beim Benzinmotor**



## Dieselmotor

| Pedalstellung (%) | Drehzahl (rpm) |
|-------------------|----------------|
| 2 – 50            | 1.000 – 3.000  |
| 2 – 50            | 3.000 – 5.000  |
| 50 – 100          | 1.000 – 3.000  |
| 50 – 100          | 3.000 – 5.000  |

**Tabelle 6: Zughochschaltung beim Dieselmotor**

## Upshift Manual US CO M

Es soll eine Darstellung der Schubhochschaltung möglich sein. Zusätzliche Anforderung ist, dass der Schwellwert für die Drehzahl bei 4.000 rpm für Benzinmotoren und 3.000 rpm für Dieselmotoren liegt.

Nachfolgend wurden folgende Werte für Diesel- und Benzinmotor festgehalten.

## Benzinmotor

| Pedalstellung (%) | Drehzahl (rpm) |
|-------------------|----------------|
| 0 – 2 %           | < 4.000        |
| 0 – 2 %           | > 4.000        |

**Tabelle 7: Schubhochschaltung Benzinmotor**

## Dieselmotor

| Pedalstellung (%) | Drehzahl (rpm) |
|-------------------|----------------|
| 0 – 2 %           | < 3.000        |
| 0 – 2 %           | > 3.000        |

**Tabelle 8: Schubhochschaltung Dieselmotor**

### Upshift Tip Out US TO D Q Quick

Ausgangspunkt ist hier der Pedalzustand. Ein exemplarischer Bereich wurde festgelegt mit 75 - 120 % der Pedalposition. Ein weiterer wurde mit 2 - 75 % festgelegt. In beiden Fällen geht der Pedalwert gegen Null. Als Ziel wurde definiert, welcher Gang als nächstes eingelegt wird.

### Upshift Tip Out US TO D S Slow

Ausgangspunkt ist hier der Pedalzustand. Ein Bereich wurde festgelegt mit 75 - 120 % der Pedalposition. Ein weiterer wurde mit 2 - 75 % festgelegt. In beiden Fällen geht der Pedalwert gegen Null. Als Ziel wurde definiert welcher Gang als nächstes eingelegt wird.

Wobei die dafür benötigte Zeit berücksichtigt wird, d.h. anhand eines Parameters wird ausgelesen wie schnell die Änderung stattgefunden hat.

### Schwellwert: 2 – 75 %

| Pedalwert (%)   | Zeitwert       | Geschwindigkeit |
|-----------------|----------------|-----------------|
| 2 – 75 % -> 0 % | -1000 bis -100 | schnell         |
| 2 – 75 % -> 0 % | -100 bis 0     | langsam         |

**Tabelle 9: Schwellwert 2 - 75 %**

**Schwellwert: 75 – 120 %**

| Pedalwert (%)     | Zeitwert       | Geschwindigkeit |
|-------------------|----------------|-----------------|
| 75 – 120 % -> 0 % | -1000 bis -400 | schnell         |
| 75 – 120 % -> 0 % | -400 bis 0     | langsam         |

**Tabelle 10: Schwellwert 75 - 120 %****Downshift Auto DS CO D**

In diesem Requirement wird das Systemverhalten unter Bremswirkung genauer betrachtet. Zuerst soll erkannt werden, ob die Bremse ausgelöst wurde: Dies soll anhand eines Bremsbits geschehen. Als nächstes soll ausgegeben werden, wie stark die Bremswirkung war. Als zusätzliche Aufgabe wurde außerdem definiert, dass der Zustand des Wahlhebels (Lever) sowie der Klimaanlage erkannt werden sollen und die des Kupplungsverhaltens (TCC off). Die gleichen Bedingungen gelten für Downshift Auto DS CO S sowie für Downshift Auto DS CO D AC.

**Bremswirkung**

| Coast (No Brake) | Bremse = 0  |
|------------------|---|
| Bremsbereich I   | Bremse = 1 und $a_x = -0,01$ bis $-1,5 \text{ m/s}^2$ |
| Bremsbereich II  | Bremse = 1 und $a_x = -1,51$ bis $-2,5 \text{ m/s}^2$ |
| Bremsbereich III | Bremse = 1 und $a_x = -2,51$ bis $-4,0 \text{ m/s}^2$ |

**Tabelle 11: Bremswirkung**

## Downshift Manual DS PO M

Anhand der Pedalstellung und der Drehzahl soll der aktuelle und nachfolgende Gang festgelegt werden. Als Schwellwert wurde 50 % festgelegt. Auch hier gelten wieder unterschiedliche Werte für Benzin- und Dieselmotoren.

### Dieselmotor

| Pedalstellung (%) | Drehzahl (rpm) |
|-------------------|----------------|
| 2 – 50 %          | 1.000 – 3.000  |
| 2 – 50 %          | 3.000 – 5.000  |
| 50 – 120 %        | 1.000 – 3.000  |
| 50 – 120 %        | 3.000 – 5.000  |

**Tabelle 12: Pedalstellung bzw. Drehzahl Dieselmotor**

### Benzinmotor

| Pedalstellung (%) | Drehzahl (rpm) |
|-------------------|----------------|
| 2 – 50 %          | 2.000 – 4.000  |
| 2 – 50 %          | 4.000 – 6.000  |
| 50 – 120 %        | 2.000 – 4.000  |
| 50 – 120 %        | 4.000 – 6.000  |

**Tabelle 13: Pedalstellung bzw. Drehzahl Benzinmotor**

## Downshift Manual DS CO M

Hier wird der aktuelle und neue Gang ohne Pedaleinwirkung ermittelt.

### Dieselmotor

| Pedalstellung (%) | Drehzahl (rpm) |
|-------------------|----------------|
| 0 – 2 %           | < 4.000        |
| 0 – 2 %           | > 4.000        |

Tabelle 14: Pedalstellung bzw. Drehzahl Dieselmotor

### Benzinmotor

| Pedalstellung (%) | Drehzahl (rpm) |
|-------------------|----------------|
| 0 – 2 %           | < 3.000        |
| 0 – 2 %           | > 3.000        |

Tabelle 15: Pedalstellung bzw. Drehzahl Benzinmotor

## Downshift Tip In DS TI D N Negative Torque

Eine automatische Erkennung des nächsten Ganges soll erfolgen.

Hier wurde als Schwellwert 85 % des Pedalwertes festgelegt. Drehzahlen für Benzin- und Dieselmotoren brauchen hier nicht berücksichtigt zu werden. Dies gilt für den Modus D (Drive).

### Diesel- und Benzinmotor

| Pedalstellung (%) |
|-------------------|
| 2 – 85 %          |
| 85 – 120 %        |

**Tabelle 16: Pedalstellung Diesel- und Benzinmotor**

## Downshift Tip In DS TI D P Positive Torque

Eine automatische Erkennung des nächsten Ganges soll erreicht werden.

Hier wurde als Schwellwert 85 % des Pedalwertes festgelegt. Drehzahl für Benzin- und Dieselmotoren brauchen hier nicht berücksichtigt zu werden.

Zusätzlich wurde hier noch definiert, dass der bereits vorhandene Pedalwert als Parameter ausgelesen werden muss, als vorläufige Annahme gilt hier 10 %. Dies gilt für den Modus D (Drive).

### Diesel- und Benzinmotor

| Pedalstellung (%) |
|-------------------|
| 10 – 85 %         |
| 85 – 120 %        |

**Tabelle 17: Pedalstellung Diesel- und Benzinmotor**

## Downshift Tip In DS TI S N Negative Torque

Eine automatische Erkennung des nächsten Ganges soll erreicht werden.

Hier wurde als Schwellwert 85 % des Pedalwertes festgelegt. Drehzahl für Benzin- und Dieselmotoren brauchen hier nicht berücksichtigt zu werden. Dies gilt für den Modus S (Sport).

### Diesel- und Benzinmotor

| Pedalstellung (%) |
|-------------------|
| 2 – 85 %          |
| 85 – 120 %        |

**Tabelle 18: Pedalstellung Diesel- und Benzinmotor**

## Downshift Tip In DS TI S P Positive Torque

Hier gilt die gleiche Anforderung wie für den vorherigen Punkt.

Hier wurde als Schwellwert 85 % des Pedalwertes festgelegt. Drehzahl für Benzin- und Dieselmotoren brauchen hier nicht berücksichtigt zu werden.

Zusätzlich wurde hier noch definiert, dass der bereits vorhandene Pedalwert als Parameter ausgelesen werden muss, als vorläufige Annahme gilt hier 10 %. Dies gilt für den Modus S (Sport).

### Diesel- und Benzinmotor

| Pedalstellung (%) |
|-------------------|
| 10 – 85 %         |
| 85 – 120 %        |

**Tabelle 19: Pedalstellung Diesel- und Benzinmotor**

## **Garageshift GS BK**

Anhand des aktuellen und zukünftigen Fahrzustandes soll eine Auswertung erfolgen.

## **Garageshift GS BK COLD**

Über den aktuellen und zukünftigen Fahrzustand soll eine Auswertung erfolgen.

## **Upshift Auto US PO D COLD**

Es soll bei der Beschleunigung der aktuelle und der zukünftige Gang erkannt werden. Als Grenzwert für den Pedalwert wurde 2 - 50 % bzw. 50 – 120 % festgelegt. Zusätzlich soll noch eine Auswertung der Getriebetemperatur sowie der Kupplung erfolgen.

Bei der Verzögerung sollen auch der aktuelle und zukünftige Gang erkannt werden und ob das Bremsbit gesetzt wurde sowie eine Auswertung der Getriebetemperatur und der Kupplung.



## 5.2 Eingesetzte Softwarewerkzeuge

Hier wird eine Beschreibung der Software vorgenommen, die zur technischen Umsetzung verwendet wurde. AVL-DRIVE wurde gewählt, da es die Standard-Software für Getriebe-Auswertungen in der AVL ist. AVL Report Generator wurde aufgrund des Ergebnisses der Entscheidungsmatrix (Siehe 4.2) gewählt.

### 5.2.1 AVL-DRIVE

Um die Fahrbarkeit eines Fahrzeuges zu verbessern und die Kalibrierungs-Arbeit, die einen hohen Standard an Fahrbarkeit gewährleisten soll, zu verkürzen, entwickelte die AVL ein System, mit dem eine objektive Beurteilung der wichtigsten Fahrbarkeitskriterien von Personenkraftwagen ermöglicht wird. In den letzten Jahren wurde das System kontinuierlich weiterentwickelt. Dabei wurden über 100 verschiedene Fahrzeugtypen mit manuellen Getrieben (MT), Automatikgetrieben (AT, Planeten/Wandlernautomatgetrieben), automatisierten Getrieben (AMT) und kontinuierlichen variablen Getrieben (CVT) verwendet. AVL-DRIVE ist ein System, das in Echtzeit zirka 350 einzelne Kriterien die die Fahrbarkeit beschreiben aufzeichnet und bewertet. Dazu werden diverse Fahrzeug-, Motor- und Getriebedaten über Sensoren oder Schnittstellen (z.B.: Bussysteme) aufgezeichnet. Beschleunigungssensoren werden an der Karosserie und an der Nackenstütze des Fahrers angebracht um die Längsbeschleunigung zu messen. Die Software besteht aus der Fahrzustandserkennung und einer Einheit, welche die Fahrbarkeit errechnet. Die Fahrbarkeit wird mit einem Notensystem von 1 bis 10 bewertet. Die Note 1 bedeutet „unfahrbar“ und die Note 10, dass die Fahrbarkeit über den Erwartungen des Herstellers liegt. Wobei das typische Limit für eine gute Fahrbarkeit bei 7 liegt. Noten zwischen 7 und 8 bedeuten, dass die Kalibrierung serienreif ist.<sup>10</sup>

---

[10] S. 8

## 5.2.2 AVL Report Generator

Der AVL DRIVE Report Generator wird für die Erstellung von Reports verwendet. Basis dafür sind die im AVL DRIVE aufgezeichneten Messungen und die im AVL DRIVE definierten Filter.

Die Messdaten und die Filter werden in den AVL Report Generator importiert. Durch Verknüpfung beider Komponenten entsteht ein Report.

Ein Report setzt sich aus verschiedenen Teil-Ratings zusammen. Diese Teil-Ratings können individuell ausgewählt werden. Jedes Teil-Rating wird benotet und aus diesen Noten ergibt sich dann eine Gesamtbewertung. Das Bewertungsschema ist aus AVL DRIVE übernommen.

Die in den Requirements definierten Getriebeparameter (Siehe 5.5.1) findet man in der linken Spalte. Die mittlere Spalte stellt die Detail-Ratings dar. Die rechte Spalte liefert die Gesamtbewertung.

| Betriebszustände   | Daimler_S212_7AT |                  |
|--|------------------|------------------|
|  | Detail Bewertung | Gesamt Bewertung |
| Gesamtfahrzeug   | 6.70             |                  |
| Schalten   | 6.70             |                  |
| Zug Hochschaltung<br>Schaltstartstetigkeit                     | 5.64             | 6.70             |
| Zug Hochschaltung<br>Ax gradienten vor<br>Übersetzungswechsel  | 5.99             |                  |
| Zug Hochschaltung<br>Zugkraftreduktion                         | 8.37             |                  |
| Zug Hochschaltung<br>Ax gradienten beim<br>Übersetzungswechsel | 6.62             |                  |
| Zug Hochschaltung<br>Ax Stetigkeit                             | 8.53             |                  |
| Zug Hochschaltung<br>Ruck                                      | 6.89             |                  |
| Zug Hochschaltung<br>Einzelschlag                              | 7.95             |                  |
| Zug Hochschaltung<br>M   | 8.72             |                  |
| Z  |                  |                  |
| D  |                  |                  |

Getriebe-Parameter

Detail-Rating

Gesamt-Rating

Abbildung 2: Fertiger Report im AVL Report Generator

## 5.3 Entwicklungsprozess

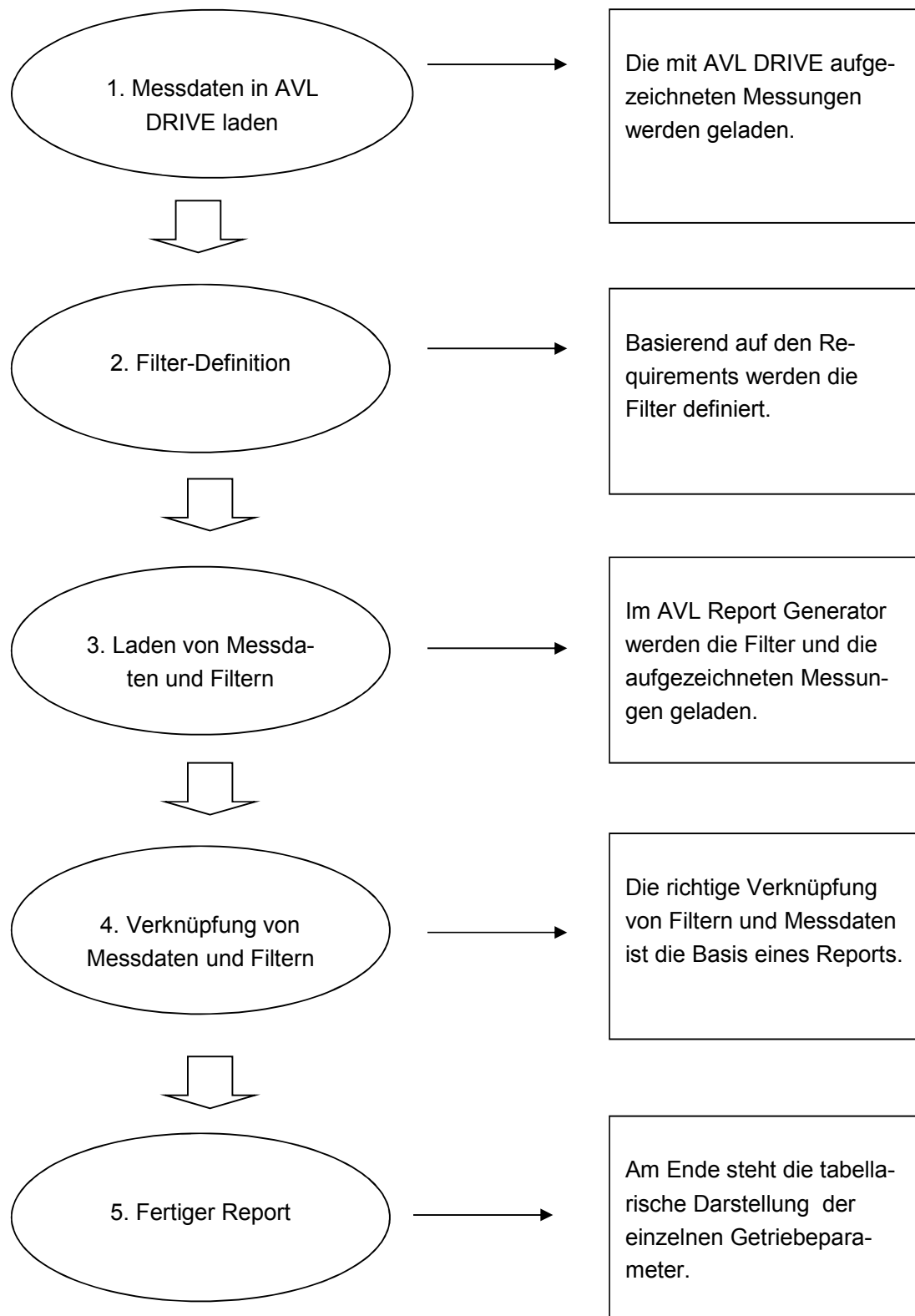


Abbildung 3: Entwicklungsprozess

## 5.4 Struktur von Teillösungen

Um ein besseres Verständnis für die Teillösungen zu bekommen, werden hier zunächst grafisch die einzelnen Teilfunktionen von AVL DRIVE und dem AVL Report Generator aufgezeigt. Die farblich hinterlegten Teilfunktionen bilden die Grundlage der technischen Umsetzung für diese Diplomarbeit.

### 5.4.1 AVL DRIVE

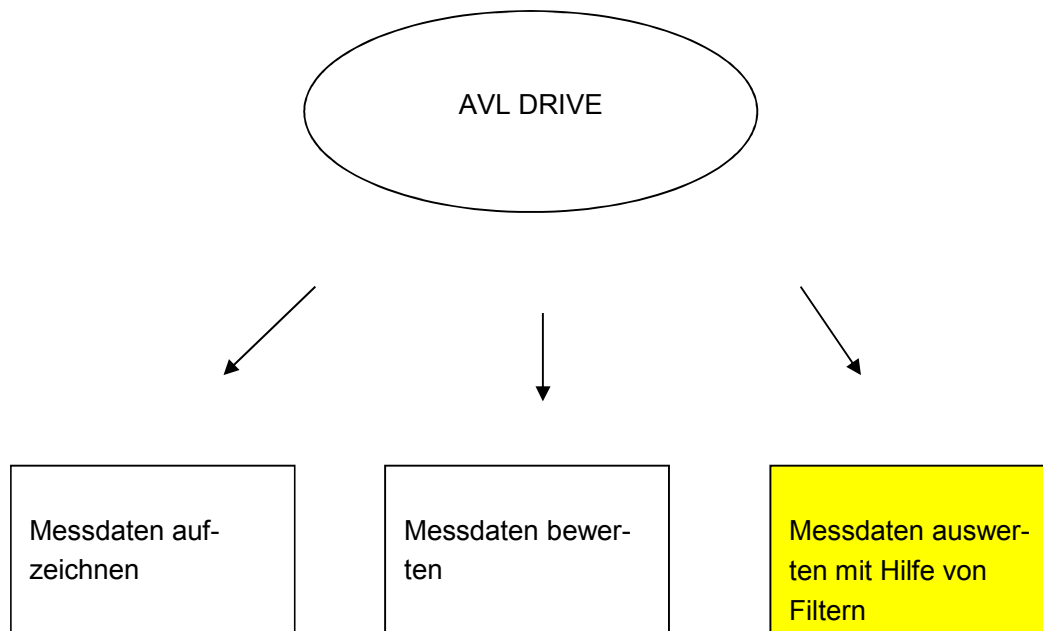


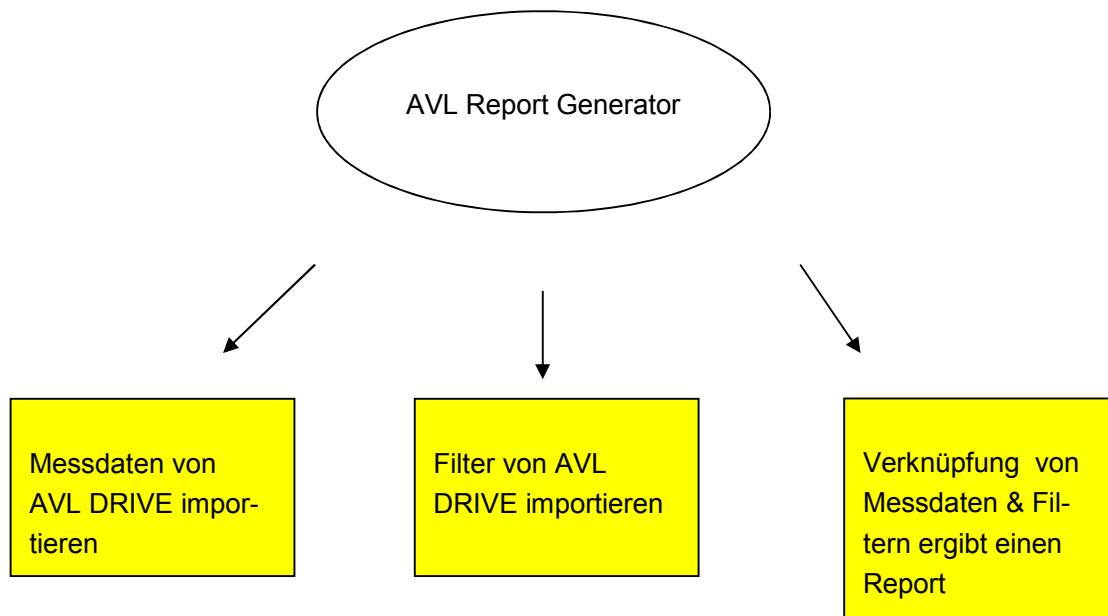
Abbildung 4: Funktionen von AVL DRIVE

#### Messdaten auswerten mit Hilfe von Filtern

Ein zentrales Thema dieser Diplomarbeit ist die Entwicklung von Filtern in AVL DRIVE.

Um nur jene Daten zu gewinnen, die auch wirklich für einen zukünftigen Report benötigt werden, gibt es im AVL DRIVE die Möglichkeit der Filterung. Diese Filter enthalten unterschiedliche Parameter, wie z. B. Pedalposition oder Zughochschaltung. Basis für diese Parameter sind die im Abschnitt 5.1 definierten Requirements. Verknüpft man diese Filter mit den Messdaten im AVL Report Generator erhält man als Ergebnis nur jene Daten, die auch den Filterkriterien entsprechen. Mit Hilfe dieser Funktionen ist es möglich detaillierte Bewertungen zu den einzelnen Schaltvorgängen zu erhalten.

### 5.4.2 AVL Report Generator



**Abbildung 5: Funktionen von AVL Report Generator**

Zunächst werden die einzelnen Messdaten – welche von AVL DRIVE aufgezeichnet wurden – in den AVL Report Generator importiert. Durch die Anwendung der Filter auf jene Messdaten werden im anschließenden Report nur die Daten angezeigt, die auch den Filterkriterien genügen. Die einzelnen Getriebeparameter und deren Bewertung werden tabellarisch angezeigt.

## 5.5 Lösungsdetails

### 5.5.1 Getriebeparameter

Bei der Erarbeitung des Lösungskonzeptes wurde definiert, welche Getriebeparameter in einem Report dargestellt werden sollen. Es wurden folgende Parameter ausgewählt:

- **Schaltstartstetigkeit**

Hochfrequente Störungen in der longitudinalen Beschleunigung vor der Drehzahl-anpassung.<sup>19</sup>

- **Ax Gradienten vor Übersetzungswechsel**

Maximaler Beschleunigungsgradient während der Drehzahlanpassung.<sup>19</sup>

- **Zugkraftreduktion**

Nachlassen der Beschleunigung vor oder während einer Schaltung.<sup>10</sup>

- **Ax Gradienten beim Übersetzungswechsel**

Maximaler Beschleunigungsgradient vor der Drehzahlanpassung.<sup>19</sup>

- **Ax Stetigkeit**

Hochfrequente Störungen in der longitudinalen Beschleunigung während der Drehzahlanpassung.<sup>19</sup>

- **Ruck**

Anstieg oder Abfall der Beschleunigung in einem Zeitraum der über 10ms liegt.<sup>10</sup>

- **Einzelschlag**

Anstieg oder Abfall der Beschleunigung in einem Zeitraum unter 10ms. Gekenn-zeichnet durch einen sehr hohen Gradienten. Für den Fahrer spürbar.<sup>10</sup>

---

[19] S. 36

[10] S. 30

- **Mehrfachschwingungen**

Beim Ein- oder Auskuppeln kann das Fahrzeug in Längsschwingungen versetzt werden. Ähnlich dem „Kupplungsruckeln“ bei einem manuellen Getriebe.<sup>10</sup>

- **Drehzahlabfall**

Erhöhung der Motordrehzahl über die Zieldrehzahl des nächsten Ganges.<sup>19</sup>

---

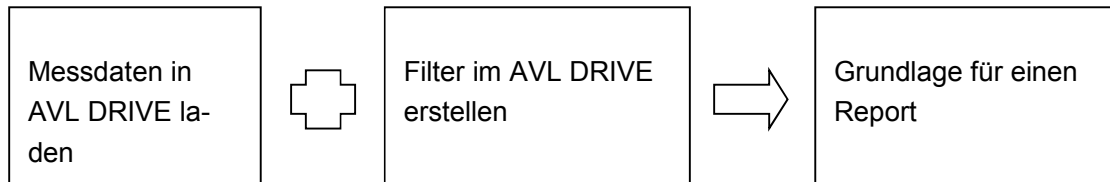
[19] S. 36

[10] S. 30

### 5.5.2 Grundlage für einen Report

Um gezielt nur jene Daten zu erhalten, die man auch wirklich untersuchen will, müssen die Daten gefiltert werden. Im AVL DRIVE ist diese Möglichkeit gegeben. Nur dadurch kann eine sinnvolle Darstellung (=Report) stattfinden. Basis dafür sind die Requirements sowie die Getriebeparameter (Siehe 5.5.1).

Im folgenden Blockschaltbild soll dieser Umstand näher erläutert werden.



**Abbildung 6: Definition von Filtern**

Wie man in Abbildung 6 sehen kann, ist die Definition von Filtern ein wesentlicher Bestandteil eines Reports. Nur dadurch kann eine sinnvolle Darstellung der Getriebeparameter stattfinden.



## 5.6 Darstellung des Informationsflusses

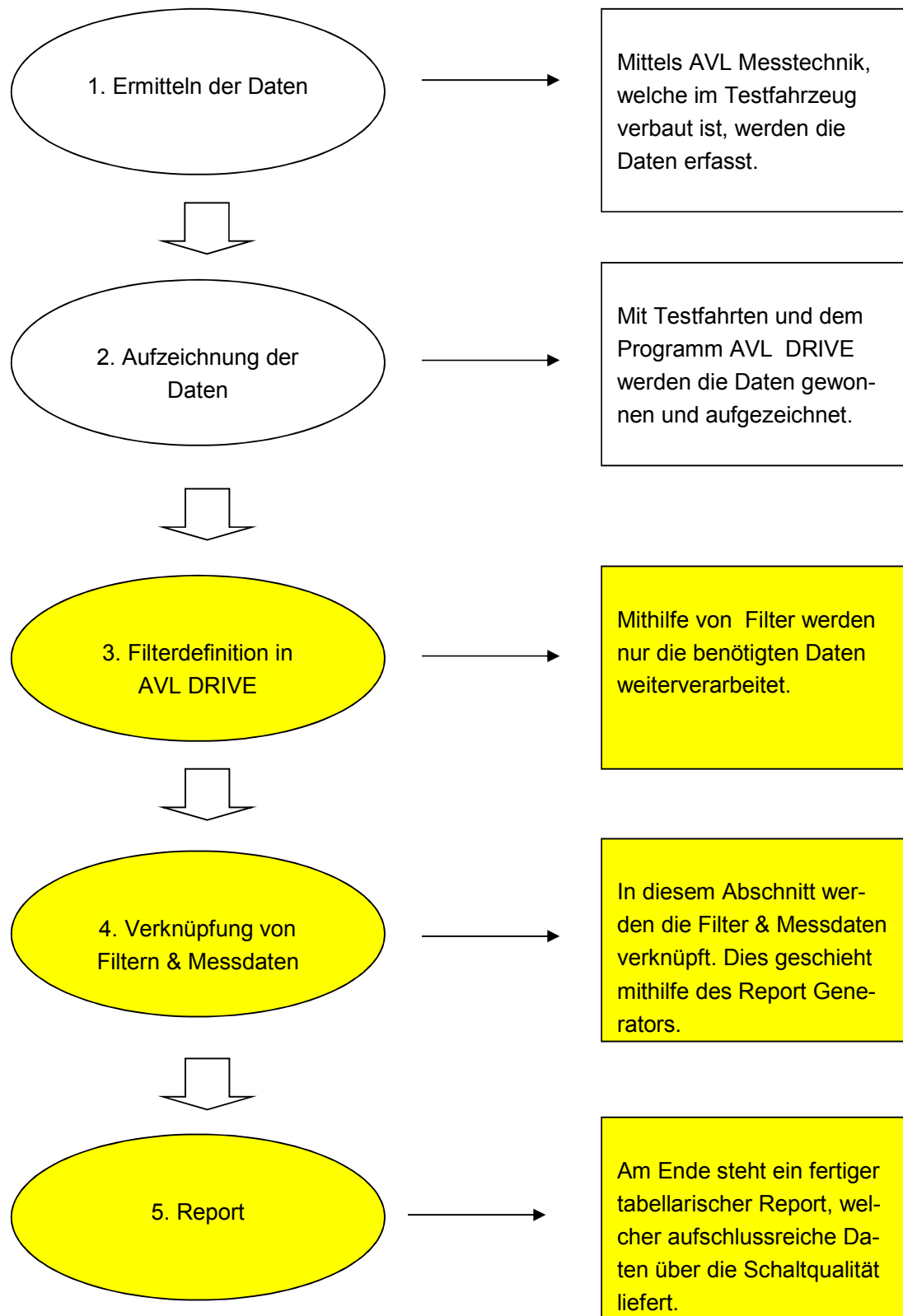


Abbildung 7: Informationsfluss

## 6 Test und Optimierung

### Bewertung der bisher erreichten Ergebnisse

#### Abgeschlossene Requirements

Tabellarische Darstellung der einzelnen bzw. gesamten Schaltnoten ist möglich

Eine tabellarische Darstellung der Schaltungsnoten ist – wie in den Requirements gefordert ist - zum jetzigen Zeitpunkt möglich. Damit wurde eine der Kernanforderungen erfüllt.

Überblick bzw. Analyse der Schaltqualität ist gegeben

Da eine tabellarische Darstellung gegeben ist, lässt sich dadurch eine Analyse der Schaltqualität leicht durchführen, da die gewünschten Parameter samt Gesamtbewertung aufgelistet sind.

Detaillierte Auswertung mit Filtern bzw. Werte Ausblenden

Mithilfe von Filtern ist eine detaillierte Auswertung möglich, da dadurch nur jene Daten im anschließenden Report angezeigt werden, die für eine Analyse der Schaltqualität nötig sind.

## Offene Requirements

Folgende Requirements konnten nicht umgesetzt werden, da die entsprechenden Funktionen im AVL Report Generator nicht vorhanden sind

### Gruppierungsdarstellung

Zum jetzigen Zeitpunkt ist es nicht möglich eine Gruppierungsdarstellung umzusetzen. (z. B. Gruppierung nach Sport-Modus).

### Schwellwert eingeben

Eine Schwellwerteingabe ist nicht möglich, wie es in den Requirements festgelegt wurde.

### Ganganzeige

Die Software ist nicht in der Lage eine automatische Ganganzeige durchzuführen, d.h. es ist nach wie vor nötig, dass der Benutzer selbständig erkennt um welches Getriebe es sich handelt.

### Gewichteter Mittelwert

Es ist möglich, dass ein Schaltungsvorgang ausgewertet wird. Es ist aber nicht möglich, dass man von mehreren Schaltungsvorgängen einen Mittelwert bildet.

### Verlinkung zu INCA/CANape-Messungen

Ein zentrales Kern-Requirement ist die Verlinkung zu INCA/CANape-Messungen. Diese Funktionalität ist nicht vorhanden.

### Automatisiertes Einlesen

Um einen Report zu erstellen muss man per Hand jede Messung sowie jeden dazugehörigen Filter einzelnen einlesen. Ein automatisiertes Einlesen ist softwaretechnisch nicht möglich.

### Darstellung der Farbcodes

Eine manuelle Einstellung der Farbcodes ist nicht gegeben – es werden die Einstellungen von AVL DRIVE übernommen.

### Abspeicherung der Konfiguration und Einstellungen

Eine Abspeicherung der Konfiguration und deren Einstellungen sind nicht möglich. Es müssen nach wie vor die Reports einzeln erstellt werden, sowie die AVL DRIVE sowie die INCA/CANape-Messungen per Hand gestartet werden.

### Spiegeln der Achsen

Es ist nicht möglich die vorgegeben Achsen zu spiegeln um eine Erweiterung der der Anzeige zu ermöglichen.

## **Behebung von Problemen**

Zum jetzigen Zeitpunkt ist eine vernünftige Entwicklungszeit von AVL Report Generator-Auswertungen noch nicht gegeben, die notwendigen Anpassungen und Anforderungen sind aber bei den verantwortlichen Entwicklern eingebracht worden. Natürlich können – und sollen - die in dieser Diplomarbeit entwickelten Vorlagen für zukünftige Messungen verwendet werden.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Diplomarbeit wurde eine Basis geschaffen, um zukünftige Messungen der Software AVL DRIVE hinsichtlich Schaltungsqualität auszuwerten, insbesondere im Bereich der Getriebe- und Hybridkalibrierung.

Es konnten jedoch noch nicht die kompletten Requirements der einzelnen Komponenten realisiert werden. Dies kann jedoch aufgrund der getrennten Komponenten unabhängig voneinander zu einem späteren Zeitpunkt umgesetzt werden.

Tests wurden bei der kompletten Arbeit aus zeitlichen Gründen nicht berücksichtigt, sie müssen jedoch in der nächsten Zeit nachgeholt werden.

**Aufgrund meiner Erkenntnisse in dieser Diplomarbeit werden in der nächsten Release-Version des AVL Report Generators die im vorigen Abschnitt besprochenen Probleme nicht mehr vorhanden sein.**

Da es nicht möglich war alle Requirements umzusetzen, konnten auch nicht die funktionalen sowie quantitativen Ziele erreicht werden. Im Folgenden wird dieser Umstand näher erläutert.

## **Funktionale Ziele**

Mithilfe eines einzigen Tools soll eine automatisierte Auswertung der Daten erfolgen

Zum jetzigen Zeitpunkt muss die Auswertung per Hand gemacht werden, da die Funktion im AVL Report Generator noch nicht vorhanden ist.

Das Tool soll geeignete Betrachtungswerkzeuge bieten, damit ein vollständiger Überblick über eine Messung möglich ist (inkl. der dazugehörigen Messung und Konfiguration)

Nach wie vor muss man die einzelnen Messungen sowie die Konfigurationen per Hand einzeln öffnen um diese zu betrachten. Dies ist ein Kern-Requirement und wird bei der nächsten Version möglich sein.

Keine Eingabe der Messdaten per Hand nötig

Diese Automatisierung ist noch nicht gegeben im AVL Report Generator. Dies wird aber wie der vorherige Punkt bei der nächsten Version möglich sein.

Keine Anpassung der Makros mehr notwendig

Mit der Abstellung der vorherigen Punkte ist es auch nicht mehr notwendig die Makros anzupassen.

## Quantitative Ziele

Merkliche Zeitersparnis durch Wegfall der Eingabe in ein weiteres Programm (Arbeitsaufwand von derzeit ca. 2 Tagen pro Analysefall soll auf ca. 1 h reduziert werden)

Dieses Ziel konnte noch nicht erreicht werden da die Software noch nicht alle funktionalen Ziele dafür erfüllt.

Reduzierung der Fehlerquote auf nahe 0 % (mit einer Fehlerquote von +/- 2 %), da eine Eingabe per Hand nicht mehr notwendig ist

Nach wie vor ist es notwendig die Eingabe per Hand durchzuführen, da die gewünschte Automatisierung erst in der nächsten Version zur Verfügung steht.

Zeitersparnis bei der Analyse der Getriebe-Messdaten soll von derzeit 3h auf ½ h reduziert werden

Die Zeitersparnis ist noch nicht gegeben, da die notwendigen Funktionen dafür noch nicht vorhanden sind.

Es wurde zusammen mit den betreffenden Entwicklungsingenieuren des AVL Report Generators die Probleme besprochen und ein zeitlicher Plan erarbeitet.

So sollen diese Probleme zur Gänze im 4. Quartal 2013 bei der Veröffentlichung der neuen Version des AVL Report Generators nicht mehr vorhanden sein.

# Danksagung

Ich möchte mich bei meiner Familie, Freunden sowie allen Personen, die mich auf meinem Weg begleitet und unterstützt haben, bedanken.

Außerdem gilt ein besonderer Dank meinen Diplomarbeitsbetreuern, Hr. DI(FH) Patrick Schatz und Hr. DI Christoph Brünner, sowie meinem Professor, Hr. Prof. Dr. Olaf Hagenbruch, für seine fachlich und sozial kompetente Betreuung und Hilfe bei der Erstellung dieser Diplomarbeit.



# Literatur

- [1] Recherche über die AVL List GmbH  
AVL von A bis Z. 2013
  
- [2] Internationale Patentklassifikation  
URL: [www.patent-de.com](http://www.patent-de.com)  
Verfügbar am 23.04.2013
  
- [3] Deutsches Patent- und Markenamt  
URL:  
[http://www.dpma.de/service/e\\_dienstleistungen/depatinet](http://www.dpma.de/service/e_dienstleistungen/depatinet)  
Verfügbar am 23.04.2013
  
- [4] Patente-Recherche über Messdatenauswertung  
URL: <http://www.patent-de.com/20031016/DE10214891A1.html>  
Verfügbar am 10.03.2013
  
- [5] Patente-Recherche über Fahrzeug-Kalibrierung  
URL: <http://www.patent-de.com/20110210/DE102010038322A1.html>  
Verfügbar am 10.03.2013

- [6] Patente-Recherche über ein Verfahren von Anordnungen zur Aufzeichnung und Auswertung von Messdaten einer Getriebeprüfung
- URL:<http://www.patent-de.com/20050825/WO2004034010.html>
- Verfügbar am 12.03.2013
- [7] Patente-Recherche über ein Vorrichtung zum Erfassen und Registrieren von Messdaten an Bodeneffektfahrzeugen
- URL:<http://www.patent-de.com/20010201/DE19927636A1.html>
- Verfügbar am 12.03.2013
- [8] Patente-Recherche über ein Messdaten-Auswertesystem
- URL:<http://www.patent-de.com/20080417/DE19909516B4.html>
- Verfügbar am 12.03.2013
- [9] Patente-Recherche über ein Verfahren zur Datenauswertung
- URL:<http://www.patent-de.com/19950112/DE69011128T2.html>
- Verfügbar am 12.03.2013
- [10] Jung, Ch.: Automatisierte Getriebe-Kalibrierung bei verschiedenen Testumgebungen Korrelationsstudie zwischen Straße, Rollenprüfstand und Antriebsstrangprüfstand.
- URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:mit1-opus-1429>
- Verfügbar am 31.03.2013

- [11] FISCHER, R., KÜCÜKAY, G. JÜRGENS, R. NAJORK und  
B. POLLAK: Das Getriebebuch (Der Fahrzeugantrieb)  
(German Edition). Springer, 1. Aufl., 2012.
- [12] Taschenbuch Mikroprozessortechnik  
Olaf Hagenbruch, Thomas Beierlein  
Fachbuchverlag Leipzig. 2. Aufl., 1999
- [13] Mikroprozessortechnik  
Helmut Müller, Lothar Walz  
Vogel Fachbuch, 7. Aufl., 2005
- [14] Automatisierungstechnik  
Albrecht Baumann, Jürgen Baur, Hans Kaufmann  
Hartmut Schlipf, Dietmar Schmid, Peter Strobel, 7. Aufl., 2006

- [15] Einstieg in das Programmieren mit MATLAB  
Ulrich Stein  
Hanser Verlag. 2006
- [16] Gasevic, D.: Diplomarbeit. Entwicklung eines Tools zur Unterstützung bei der Schaltstrategiekalibrierung. 2009
- [17] INCA Manual\_R7.1\_DE  
URL: [http://www.etas.com/de/products/download\\_center.php](http://www.etas.com/de/products/download_center.php)  
Verfügbar am 27.04.2013
- [18] CANape\_11.0\_DataSheet\_DE  
URL: [https://vector.com/vi\\_downloadcenter\\_de.html](https://vector.com/vi_downloadcenter_de.html)  
Verfügbar am 27.04.2013
- [19] AVL DRIVE Manual 2013. 2013

# Anlagen

Teil 1 ..... A-I



# Anlagen, Teil 1

## Exemplarischer Auszug

### Zughochschaltung (Upshift) Modus D AC off

Zughochschaltung bei 75 – 85 % Pedalposition. Gang 1-2, 2-3, 3-4,4-5 im Modus D sowie AC off.

UPHIFT GANG 1/2 2/3 3/4 4/5 PP 75-85 % AC OFF



| Betriebszustände   | Daimler_S212_7AT |                  | Daimler_S212_7AT |                  | Daimler_S212_7AT |                  | Daimler_S212_7AT |                  |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|  | Detail Bewertung | Gesamt Bewertung | Detail Bewertung | Gesamt Bewertung | Detail Bewertung | Gesamt Bewertung | Detail Bewertung | Gesamt Bewertung |
| Gesamtfahrzeug   | 6.40             |                  | 6.33             |                  | 7.58             |                  | 8.27             |                  |
| Schalten   | 6.40             |                  | 6.33             |                  | 7.58             |                  | 8.27             |                  |
| Zug Hochschaltung Schaltstartstetigkeit                  | 5.38             | 6.40             |                  | 6.33             | 6.68             | 7.58             | 7.96             | 8.27             |
| Zug Hochschaltung Ax gradienten vor Übersetzungswechsel  | 7.07             |                  |                  |                  | 7.09             |                  | 8.63             |                  |
| Zug Hochschaltung Zugkraftreduktion                      | 8.28             |                  | 7.91             |                  | 8.63             |                  | 8.44             |                  |
| Zug Hochschaltung Ax gradienten beim Übersetzungswechsel | 7.17             |                  | 6.84             |                  | 8.03             |                  | 8.85             |                  |
| Zug Hochschaltung Ax Stetigkeit                          | 7.51             |                  | 7.78             |                  | 8.27             |                  | 7.96             |                  |
| Zug Hochschaltung Ruck                                   | 5.64             |                  | 5.50             |                  | 7.02             |                  | 7.72             |                  |
| Zug Hochschaltung Einzelschlag                           | 9.99             |                  | 7.95             |                  | 8.48             |                  | 9.00             |                  |
| Zug Hochschaltung Mehrfachschwingungen                   | 9.99             |                  | 9.39             |                  | 8.06             |                  | 9.00             |                  |
| Zug Hochschaltung Drehzahlabfall                         | 9.15             |                  | 9.55             |                  | 9.47             |                  | 9.15             |                  |
| Zug Hochschaltung Schaltdauer                            | 7.60             |                  | 7.90             |                  | 8.39             |                  | 8.24             |                  |

Zughochschaltung zwischen 85 – 95 % Pedalpositon. Gang 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 im Modus D sowie AC off.

UPSHIFT GANG 1/2 2/3 3/4 4/5 PP 85-95 % AC OFF



| Betriebszustände   | Daimler_S212_7AT |                  | Daimler_S212_7AT |                  | Daimler_S212_7AT |                  | Daimler_S212_7AT |                  |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|  | Detail Bewertung | Gesamt Bewertung | Detail Bewertung | Gesamt Bewertung | Detail Bewertung | Gesamt Bewertung | Detail Bewertung | Gesamt Bewertung |
| Gesamtfahrzeug   | 7.06             |                  | 7.46             |                  | 7.14             |                  | 8.14             |                  |
| Schalten   | 7.06             |                  | 7.46             |                  | 7.14             |                  | 8.14             |                  |
| Zug Hochschaltung Schaltstartstetigkeit                  | 6.09             | 7.06             | 7.71             | 7.46             | 6.35             | 7.14             | 9.81             | 8.14             |
| Zug Hochschaltung Ax gradienten vor Übersetzungswechsel  | 7.34             |                  | 8.00             |                  | 7.18             |                  | 8.79             |                  |
| Zug Hochschaltung Zugkraftreduktion                      | 8.53             |                  | 6.72             |                  | 7.37             |                  | 7.43             |                  |
| Zug Hochschaltung Ax gradienten beim Übersetzungswechsel | 7.15             |                  | 7.47             |                  | 7.87             |                  | 9.01             |                  |
| Zug Hochschaltung Ax Stetigkeit                          | 8.10             |                  | 8.33             |                  | 6.05             |                  | 8.63             |                  |
| Zug Hochschaltung Ruck                                   | 6.37             |                  | 6.86             |                  | 7.03             |                  | 8.47             |                  |
| Zug Hochschaltung Einzelschlag                           | 7.44             |                  | 7.24             |                  | 8.62             |                  | 7.76             |                  |
| Zug Hochschaltung Mehrfachschwingungen                   | 9.67             |                  | 7.44             |                  | 8.82             |                  | 8.81             |                  |
| Zug Hochschaltung Drehzahlabfall                         | 9.16             |                  | 9.52             |                  | 9.47             |                  | 9.28             |                  |
| Zug Hochschaltung Schaltdauer                            | 7.65             |                  | 7.76             |                  | 8.23             |                  | 8.32             |                  |



# Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Raimund Birmily